

TBK

TIERCKE - BÜHLING - KINNE & PARTNER (GmbH)

TBK-Patent, Bavariaring 4-6, 80333 München, Tel.: +49 89 544690, Fax: +49 89 532611 (G3) +49 89 5329095 (G3+G4), postoffice@tbk-patent.de

DT05 Rec'd PCT/PTO 03 DEC 2004

10/516882

Patentanwälte

Dipl.-Ing. Reinhard Kinne
Dipl.-Ing. Hans-Bernd Pellmann
Dipl.-Ing. Klaus Grams
Dipl.-Ing. Aurel Vollnhals
Dipl.-Ing. Thomas J.A. Leson
Dipl.-Ing. Dr. Georgi Chivarov
Dipl.-Ing. Matthias Grill
Dipl.-Ing. Alexander Kühn
Dipl.-Ing. Rainer Böckelen
Dipl.-Ing. Stefan Klingele
Dipl.-Chem. Stefan Bühling
Dipl.-Ing. Ronald Roth
Dipl.-Ing. Jürgen Faller
Dipl.-Ing. Hans-Ludwig Trösch
Dipl.-Ing. Jürgen Tefert
Dipl.-Ing. Susanne Popp

Rechtsanwälte
Michael Zöbisch

TBK-Patent POB 20 19 18 80019 München

An das
Europäische Patentamt

80298 München

13. Oktober 2004

Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05795

Anmelder: Dr. Christof Holberg

Unser Zeichen: WO 38568 (Frist: 14.10./Eingabe)

Anknüpfend an das Telefonat vom 7. September 2004 und den schriftlichen Bescheid vom 14. September 2004 wird ein neuer Anspruchssatz eingereicht.

Der neue Anspruchssatz enthält gegenüber den Ansprüchen 1-12 in der ursprünglich eingereichten Fassung drei zusätzliche Ansprüche 2, 8 und 12, die klarstellen, dass es sich bei dem in den unabhängigen Ansprüchen genannten Netzmodell um ein Polygonnetz handelt. Dieses Merkmal wird von Seite 6, Zeile 27 und Seite 14, Zeile 11 gestützt.

Im Übrigen möchten wir wie folgt Stellung nehmen.

I. Begriffsklärung

Schon aus dem Telefonat, aber auch aus dem schriftlichen Bescheid geht hervor, dass offensichtlich Schwierigkeiten hinsichtlich des in den Patentansprüchen verwendeten Begriffs "Netzmodell" bestehen.

Grundsätzlich ist unter dem Begriff "Netz" schon vom Wortinhalt her ein Konstrukt zu verstehen, das durchlässig ist

Dresdner Bank, München Kto. 3939 844
Deutsche Bank, München Kto. 2861 060
Postbank, München Kto. 6704 3804
Mizuho Corp. Bank, Düsseldorf Kto. 810 423 3007
UFJ Bank Limited, Düsseldorf Kto. 500 047
Steuernr.: 9 148/641/28007 Ust-ID/VAT: DE 1307 480 35

BLZ 700 800 00
BLZ 700 700 24
BLZ 700 100 80
BLZ 300 207 00
BLZ 301 307 00

IBAN-Nr.: DE47 7008 0000 0393 9844 00
IBAN-Nr.: DE14 7007 0024 0286 1060 00
IBAN-Nr.: DE04 7001 0080 0067 0438 04
IBAN-Nr.: DE75 3002 0700 8104 2330 07
IBAN-Nr.: DE09 3013 0700 0000 5000 47

BIC: DRES DE FF 700
BIC: DEUT DE DB MUC
BIC: PBNK DE FF
BIC: MHCN DE DD
BIC: SANW DE DX
GC262

und keine Flächen hat. Es gilt, dass Netze aus Knotenpunkten und ihren Verbindungen bestehen, nicht jedoch aus Flächen. Natürlich kann ein Netzmodell wie ein Polygonnetz trotz seiner Durchlässigkeit auch zur Visualisierung dreidimensionaler Objekte dienen. Dies gelingt, indem man die einzelnen vom Netz umgebenen und begrenzten Regionen schattiert oder rendert. Dies ändert aber nichts daran, dass das Netz durchlässig bleibt und an sich keine Flächen hat!

Unter einem aus Knotenpunkten und Verbindungen bestehenden Netzmodell versteht der Fachmann typischerweise ein Polygonnetz (polygon mesh). Allerdings sind für ein und dasselbe Konstrukt in der Literatur auch Begriffe wie Vielflächennetz (polyface mesh) oder Oberflächennetz (surface mesh) gebräuchlich. Wichtig im Sinne der Erfindung ist jedoch, dass es sich bei dem Netzmodell um ein Konstrukt handelt, das rein numerisch allein durch die Lage und Dichte seiner Knotenpunkte beschrieben ist. Im Gegensatz zu einer NURBS-Fläche (NURB surface oder NURBS patch), einem Flächenkörper (surface model) oder einem Volumenkörper (solid) wird ein solches Netz eben nicht analytisch durch Geraden- bzw. Flächengleichungen beschrieben. Siehe hierzu auch Seite 6, Zeile 26 bis Seite 7, Zeile 31 der Beschreibung.

Sollte eine andere Begriffswahl einschlägiger sein, bitten wir darum, uns dies mitzuteilen und einen entsprechenden Klarheitseinwand zu erheben.

II. Offenbarungsgehalt Stand der Technik

Die Druckschrift D1 befasst sich mit dem Problem, aus Punktwolkendaten durch Reverse Engineering NURBS-Flächen zu erzeugen, die dann zur Weiterverarbeitung als IGES-Datei in ein CAD-Programm eingelesen werden.

Wie ausführlich auf Seite 3 unter dem Punkt "Our Approach" beschrieben wird, beinhaltet das in D1 besprochene Verfahren die folgenden Schritte:

Im Schritt "Scanning and Preprocessing" wird zunächst das gewünschte Objekt digitalisiert.

Anschließend legt der Benutzer im Schritt "User Input" die Auflösung fest, d.h. den Komplexitätsgrad und die Anzahl der BSpline-Segmente, die die einzelnen NURBS-Flächen bilden werden. Dabei wird als Selbstverständlichkeit angesehen, dass die NURBS-Flächen flexibel sind und dass der Übergang zwischen den Segmenten der NURBS-Flächen kontinuierlich ist. Dies deckt sich mit der Aussage im "Abstract" auf Seite 1, wonach der Benutzer nur zwischen BSpline-Flächen zweiter oder höherer Ordnung wählen kann, bilineare Flächen erster Ordnung aber nicht zugelassen werden.

Nach der Festlegung der Auflösung werden in den Schritten "Parameterization", "Smoothing Functions" und "Trimming the Surface" aus den digitalisierten Daten ohne Umweg geglättete und getrimmte NURBS-Flächen gewonnen. Der "Abstract" und die letzten beiden Absätze unter dem Punkt "Previous Work" reden zwar davon, dass ein "mesh" oder "surface mesh" erzeugt werde, da dieses aber nun mal aus NURBS-Flächen besteht, handelt es sich dabei offensichtlich um einen Flächenkörper (surface model), keinesfalls aber um ein Polygonnetz oder ein anderes durchlässiges und daher flächenloses Netzmodell.

Die Druckschrift D2 beschreibt allgemeine Entwicklungen auf dem Gebiet des Reverse Engineering, mit dem sich 3D-Messdaten in CAD-Modelle umwandeln lassen. Es wird dabei insbesondere auf das zum damaligen Zeitpunkt neue Programm RapidForm von INUS Technology, Inc. eingegangen und mit

anderen Programmen wie Raindrop Geomagic oder Paraform verglichen.

Zur weiteren Erläuterung dieser Reverse Engineering Programme möchten wir zum einen auf den Beschreibungsteil der Patentanmeldung, zum anderen aber auch auf die Homepage der Hersteller verweisen. Dabei scheint insbesondere der folgende Link nützlich:

www.rapidform.com/product/product5.htm

Die zweite dort gezeigte Grafik zeigt den üblichen Prozessablauf im Programm RapidForm, um durch Reverse Engineering aus Punktwolkendaten ein dreidimensionales Modell zu erzeugen.

Aus der angesprochenen Grafik geht hervor, dass mit dem Programmmodul "Scan Work Bench" zunächst 3D-Daten gewonnen werden. Anschließend werden diese Daten mit dem Programmmodul "Polygon Work Bench" in ein Polygonnetz (polygon mesh) umgewandelt, aus dem dann mit dem Programmmodul "Curve Work Bench" Kurven extrahiert werden. Diese Kurven werden dann entweder im selben Programmmodul als NURBS-Kurven abgespeichert oder im Programmmodul "Surface Work Bench" zu einem Flächenkörper (surface model) weiterverarbeitet.

Holt man sich unter www.rapidform.com/product/product6.htm weitere Informationen zum Programmmodul "Surface Work Bench" erfährt man unter dem Punkt "Trimmed and Untrimmed Surfaces", dass man das Layout der verwendeten Flächenelemente (surface patches) ändern kann und statt vierseitiger Flächenelemente auch drei- oder fünfseitige Flächenelemente verwenden kann. Dies entspricht der Aussage im 5. Absatz der Druckschrift D2, auf den der schriftliche Bescheid Bezug nimmt. Es bleibt in diesem Zusammenhang aber festzuhalten, dass sich bei den Flächenelementen zwar die

Anzahl der Seitenflächen ändern lässt, aber nirgendwo davon die Rede ist, die Komplexität der Flächenelemente zu verändern. Genau genommen zeigen die Grafikbeispiele ausnahmslos Objekte mit glatten, gerundeten Oberflächen, die sich nur mit flexiblen Flächenelementen höherer Ordnung darstellen lassen, nicht aber mit bilinearen Flächenelementen.

Darüber hinaus lässt sich dem Punkt "Brand-new Reverse Engineering - Feature-based Reverse Modeling" im Programmmodul "Surface Work Bench" entnehmen, dass die erzielten NURBS-Flächen als IGES- oder STEP-Dateien exportiert werden können, um einen Volumenkörper (solid) zu erzielen. Der zusätzliche Link www.rapidform.com/service/service2_3.htm zeigt, dass RapidForm beim Export von NURBS-Daten im IGES-Format nicht nur den IGES-Typ 128, sondern noch weitere 33 Typen unterstützt. Der Fachmann würde also beim Abspeichern der Flächendaten nicht automatisch den IGES-Typ 128 erhalten, sondern würde mit einer großen Auswahl möglicher IGES-Typen konfrontiert werden. Um eventuellen Missverständnissen vorzubeugen: Die von RapidForm erzeugten NURBS-Flächen höherer Ordnung würden auch bei einem Export als IGES-Typ 128 nicht in bilineare Flächenelemente zerfallen. Wie aus der Tabelle hervorgeht, handelt es sich beim IGES-Typ 128 um ein Format, das die Abspeicherung flexibler BSpline-Flächen bzw. NURBS-Flächen zulässt. Die Krümmung der einzelnen Flächenelemente würde daher erhalten bleiben.

Die Druckschrift D3 beschreibt schließlich ein Konvertierungsprogramm, das nicht zum Zwecke des Reverse Engineering verwendet wird, sondern dabei hilft, Polygonnetze (polygon meshes) so umzuwandeln, dass diese von einem CAD-Programm gelesen werden können. Die Konvertierung macht natürlich nur dann Sinn, wenn das CAD-Programm nicht schon von sich aus in der Lage ist, Polygondaten zu lesen.

Wie auf den Seiten 4 und 5 der D3 beschrieben ist, wandelt das Konvertierungsprogramm das Polygonnetz in IGES-Daten um, die von den meisten CAD-Programmen akzeptiert werden. Voreingestellt ist dabei der IGES-Typ 106.

Nur für den Notfall, dass das CAD-Programm den IGES-Typ 106 nicht akzeptiert, steht die weitere Option zur Verfügung, das Polygonnetz in ungetrimmte bilineare NURBS-Flächenelemente umzuwandeln. Allerdings wird davor gewarnt, dass eine solche Umwandlung äußerst ineffizient sei. Dies ist auch ohne weiteres nachvollziehbar, da die Abspeicherung als ungetrimmte bilineare NURBS-Flächen dazu führt, dass das Polygonnetz in eine Vielzahl nicht miteinander verbundener Flächenelemente zerfällt, die dann vom CAD-Programm unter entsprechendem Aufwand als Einzelobjekte dargestellt werden müssen.

III. Patentfähigkeit

Wie oben ausgeführt wurde, fehlt der Druckschrift D1 nicht nur das entscheidende Merkmal, dass sich keine bilinearen Flächenelemente erzeugen lassen. Sie unterscheidet sich vom Anspruchsgegenstand auch dadurch, dass aus den digitalisierten Daten erst gar kein Polygonnetz erzeugt wird und dass die Abspeicherung in einzelne IGES-Flächenelemente nicht vor, sondern erst nach der Erstellung des Flächenkörpers erfolgt. Dadurch sind die Flächenelemente aber bereits gekrümmt und hängen miteinander zusammen. Der Export im IGES-Format ändert auch nichts mehr daran.

Das in der Druckschrift D2 genannte Reverse Engineering Programm RapidForm sieht zwar den Zwischenschritt der Polygonnetzerstellung vor, lässt aber ebenfalls nicht die Erzeugung bilinearer Flächenelemente zu. Die Abspeicherung in einzelne IGES-Flächenelemente erfolgt wie bei der D1 erst nach Fertigstellung des Flächenkörpers, wenn die Flächenelemente bereits gekrümmt sind und miteinander

zusammenhängen. Von der Zerlegung des Polygonnetzes in bilineare Flächenelemente kann daher keine Rede sein.

Die Druckschrift D3 beschäftigt sich schließlich gar nicht erst nicht mit dem der Erfindung zugrunde liegenden Problem, ein dreidimensionales Modell eines real bestehenden Objekts zu schaffen. Der Fachmann würde daher zwangsläufig von der D1 oder D2 ausgehen und den dort beschriebenen Weg des Reverse Engineering beschreiten, um zum gewünschten Flächenkörper- oder Volumenkörpermodell zu gelangen.

Geht der Fachmann von der Lehre der Druckschrift D1 aus, bietet sich ihm nicht die Gelegenheit das in der D3 beschriebene Konvertierungsprogramm einzusetzen. Es gibt keine Polygonnetze, die sich umwandeln ließen.

Geht der Fachmann von der Lehre der Druckschrift D2 aus, könnte er zwar das Reverse Engineering Programm, beispielsweise RapidForm, nach Erhalt des Polygonnetzes abbrechen und mit dem in der D3 beschriebenen Konvertierungsprogramm weitermachen. Aber wozu? Schließlich gelangt er auch dann zu seinem Ziel, dem fertigen Flächenkörper- oder Volumenkörpermodell, wenn er das Reverse Engineering Programm nicht verlässt und einfach weitermacht.

Angenommen der Fachmann würde sich dennoch, aus welchen Gründen auch immer, dazu entschließen, das Reverse Engineering Programm nach Erhalt des Polygonnetzes abzubrechen, hätte er dennoch immer noch keine Veranlassung, das in der D3 beschriebene Konvertierungsprogramm einzusetzen. Schließlich enthalten alle gängigen CAD-Programme die Möglichkeit, Polygondaten direkt einzulesen. Nur, auf diesem Wege käme er nicht zu seinem Ziel. Polygondaten lassen sich nämlich in CAD-Programmen nicht ohne Weiteres in ein Flächenkörper- oder Volumenkörpermodell umwandeln. Der Fachmann würde also wieder zum

Reverse Engineering Programm zurückkehren, um dort weiterzumachen, wo er aufgehört hatte.

Ein Fachmann handelt aufgabenorientiert und überlässt nichts dem Zufall. Er hätte daher auch nicht einfach mal aus Spaß ausprobiert, was passiert, wenn er mit dem in der D3 beschriebenen Konvertierungsprogramm Polygondaten in ein modernes CAD-Programm einliest. Erstens würde er nicht mehr Programme verwenden, als nötig erscheint. Zweitens würde er sich nicht ohne Grund über die Warnung in der D3 hinwegsetzen, dass es ineffizient sei, ein Polygonnetz in ungetrimmte bilineare NURBS-Flächen umzuwandeln. Und drittens hätte er erst erkennen müssen, dass sich die Vielzahl ungetrimmter bilinearer NURBS-Flächen in modernen CAD-Programmen wider Erwarten mit der vom Anmelder verwendeten Heftfunktion vereinigen lassen. Hätte der Fachmann dagegen ein veraltetes CAD-Programm verwendet, das nur NURBS-Daten lesen kann und für das das in der D3 beschriebene Konvertierungsprogramm eigentlich gedacht ist, hätte ihm die angesprochene Heftfunktion erst gar nicht zur Verfügung gestanden.

Es bleibt also festzustellen, dass der Fachmann auf jeden Fall auf dem einmal beschrittenen Weg des Reverse Engineering geblieben wäre.

Im Übrigen würde der Fachmann beim Reverse Engineering nicht mit der Verwendung bilinearer NURBS-Flächen rechnen. Das klare Ziel eines Reverse Engineering Programms ist, ein geometrisch komplexes Objekt möglichst genau nachzuahmen. Geometrische Komplexität erfordert jedoch logischerweise komplexe Flächen und nicht umgekehrt! Genau diesem Prinzip folgt aber nicht nur das Programm RapidForm, sondern folgen auch die anderen in der D2 erwähnten Reverse Engineering Programme wie Raindrop Geomagic oder Paraform. Diese Programme stellen für den Fachmann Standardinstrumente dar, mit denen sich das der Erfindung zugrunde liegende Problem

lösen löst, wenn auch mit hohem Rechen- und Zeitaufwand. Der erfinderische Schritt begründet sich daher auf das für den Fachmann widersinnige Prinzip, komplexe Geometrien durch einfachste, weil unflexible bilineare Flächen darzustellen. Kein auf dem Gebiet des Reverse Engineering tätiger Fachmann würde dies in Erwägung ziehen!

Wir sind der festen Überzeugung, dass bei genauer Betrachtung des Offenbarungsgehalts der zitierten Druckschriften und richtiger Auslegung des Anspruchsgegenstands alles für die geforderte erfinderische Tätigkeit spricht. Daher wird darum gebeten, im ausstehenden internationalen vorläufigen Prüfungsbericht eine positive Stellungnahme zur Patentfähigkeit abzugeben.

Sollte es noch um Fragen der Klarheit gehen, stehen wir jederzeit für telefonische Auskünfte zur Verfügung.

A. Vollnhals
Patentanwalt
TBK-Patent

Anlage:
- Patentansprüche 1-15

Anlage vom 13. Oktober 2004

Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05795

Anmelder: Dr. Christof Holberg

Unser Zeichen: WO 38568

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines dreidimensionalen Modells für ein real bestehendes Objekt, mit den Schritten:
 - 5 Digitalisieren des Objekts, um ein Netzmodell des Objekts zu erzeugen;
 - Zerlegen des Netzmodells in bilineare Flächenelemente; und
 - Vereinigen der bilinearen Flächenelemente zu einem Flächen- oder Volumenkörpermodell des Objekts.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Netzmodell ein Polygonnetz ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das
- 15 Netzmodell aus Punktwolkendaten des Objekts gewonnen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die bilinearen Flächenelemente dreieckig sind.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, bei dem die bilinearen Flächenelemente NURBS-Patches sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, mit dem Schritt Erstellen
- 25 eines Finite-Elemente-Modells aus dem Flächen- oder Volumenkörpermodell.

7. Vorrichtung zur Erzeugung eines dreidimensionalen Modells für ein real bestehendes Objekt, mit:

einer Digitalisierungseinrichtung, mit der sich ein Netzmodell des Objekts erzeugen lässt; und

5 einer Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung folgender Datenverarbeitungsschritte: Einlesen des Netzmodells; Zerlegen des Netzmodells in bilineare Flächenelemente; und Vereinigen der bilinearen Flächenelemente zu einem Flächen- oder Volumenkörpermodell des
10 Objekts.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Digitalisierungseinrichtung als Netzmodell ein Polygonnetz erzeugt.

15

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Datenverarbeitungseinrichtung aus dem Flächen- oder Volumenkörpermodell ein Finite-Elemente-Modell des Objekts erstellt.

20

10. Vorrichtung nach Anspruch einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der die Datenverarbeitungsschritte in der Datenverarbeitungseinrichtung anhand von Softwareroutinen abgearbeitet werden.

25

11. Computerprogrammprodukt zur Erzeugung eines dreidimensionalen Modells für ein real bestehendes Objekt, das anhand von Softwareroutinen folgende Datenverarbeitungsschritte abarbeitet, wenn es auf einem

30 Computer läuft: Einlesen eines Netzmodells des Objekts; Zerlegen des Netzmodells in bilineare Flächenelemente; und Vereinigen der bilinearen Flächenelemente zu einem Flächen- oder Volumenkörpermodell des Objekts.

12. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11, das als Netzmodell ein Polygonnetz einliest.

13. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11 oder 12,
5 das die bilinearen Flächenelemente erzeugt, indem es das Netzmodell des Objekts durch Konvertierung ins IGES-Format in bilineare NURBS-Patches zerlegt.

14. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13, bei dem
10 das ins IGES-Format konvertierte Netzmodell ausschließlich IGES-Flächenelemente der Nummer 128 enthält.

15. Computerprogrammprodukt nach Anspruch 11, das aus
15 dem Flächen- oder Volumenkörpermodell durch CAD/FEM-Kopplung ein Finite-Elemente-Modell des Objekts erstellt.